

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

011295641

WPI Acc No: 1997-273546/199725

XRPX Acc No: N97-226497

Mechanical stabilisation and tuning method for photon crystal filter used in optical fibre communications - filling hollow spaces in filter with optically transparent material of adjustable refractive index and subjecting filled filter to electrical field of variable field strength

Patent Assignee: DEUT TELEKOM AG (DEBP )

Inventor: DULTZ W; EICH M; KOOPS H W P

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

| Patent No   | Kind | Date     | Applicat No | Kind | Date     | Week     |
|-------------|------|----------|-------------|------|----------|----------|
| DE 19634893 | A1   | 19970515 | DE 1034893  | A    | 19960829 | 199725 B |

Priority Applications (No Type Date): DE 1042058 A 19951110

Patent Details:

Patent No Kind Lan Pg Main IPC Filing Notes

DE 19634893 A1 3 G02F-001/00

Abstract (Basic): DE 19634893 A

The method involves filling the hollow spaces in the filter, e.g. which is structured as a photon crystal, with optically transparent material of adjustable refractive index. The filled filter is subjected to an electrical field of variable field strength.

The optical characteristics, e.g. the refractive index for transmitted and reflected light in the crystal's hollow chamber, fine tuning of the transmitter amplitude and fine tuning of the light phase shift are adjusted by varying the field strength of the electric field.

USE/ADVANTAGE - For tunable filter in optical communications and telecommunications. Mechanical stability and high degree of variability of filter characteristics are achieved.

Dwg.0/0

Title Terms: MECHANICAL; STABILISED; TUNE; METHOD; PHOTON; CRYSTAL; FILTER; OPTICAL; FIBRE; COMMUNICATE; FILL; HOLLOW; SPACE; FILTER; OPTICAL; TRANSPARENT; MATERIAL; ADJUST; REFRACT; INDEX; SUBJECT; FILLED; FILTER; ELECTRIC; FIELD; VARIABLE; FIELD; STRENGTH

Index Terms/Additional Words: STITCHING

Derwent Class: P81; P84; V07

International Patent Class (Main): G02F-001/00

International Patent Class (Additional): G02F-001/13; G02F-001/35; G03F-007/00

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): V07-K04

?

(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

# (12) Offenlegungsschrift

(10) DE 196 34 893 A 1

(51) Int. Cl. 6:

**G 02 F 1/00**

G 02 F 1/35

G 02 F 1/13

G 03 F 7/00

// G02B 6/12, H04B  
10/02

(21) Aktenzeichen: 196 34 893.5  
(22) Anmeldetag: 29. 8. 96  
(23) Offenlegungstag: 15. 5. 97

(30) Innere Priorität: (32) (33) (31)  
10.11.95 DE 195420586

(71) Anmelder:  
Deutsche Telekom AG, 53113 Bonn, DE

(72) Erfinder:

Koops, Hans W. P., Dr., 64372 Ober-Ramstadt, DE;  
Dultz, Wolfgang, Prof. Dr., 65936 Frankfurt, DE; Eich,  
Manfred, Dr., 64367 Mühlthal, DE

Rechercheantrag gem. § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt

(54) Verfahren zur mechanischen Stabilisierung und zur Abstimmung eines als Photonen-Kristall strukturierten Filters

(57) Die erfindungsgemäße Lösung soll es ermöglichen, ein mechanisch stabiles abstimmbares Filter auf der Basis von Photonen-Kristallen herzustellen. Erfindungsgemäß werden die Hohlräume des als photonischer Kristall hergestellten Filters mit optisch transparentem Material mit einstellbarem Brechungsindex gefüllt. Die Einstellung der optischen Eigenschaften des Filters und damit die Filterwirkung wird über ein in seiner Feldstärke varierbares elektrisches Feld vorgenommen. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich feinabstimmbare und in weitem Bereich abstimmbare schmalbandige Filterelemente geringer Abmessungen herstellen und in hoher Packungsdichte integriert realisieren.

DE 196 34 893 A 1

Die folgend n Angaben sind den vom Anmelder inger i hten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 03.97 702 020/658

DE 196 34 893 A 1

Abstimmmbare Filter für die optische Nachrichtentechnik und Telekommunikation werden z. Z. in Form von langen optischen Fasern, die ihre Filterwirkung durch mit UV-Licht in spezielle Fasern eingeschriebene Bragg-Beugungsgitter erhalten, realisiert. Siehe R. Kashyap, "Photosensitive Optical Fibers: Devices and Applications", Opt. Fibres Techn. 1, 17 – 34, (1994).

Dabei stellt es eine beträchtliche technologische Anforderung dar, diese Beugungsgitter mit hoher Genauigkeit über große Längen von einigen mm bis cm herzustellen. Spezielle die Elektronenstrahl-Lithographie in ihrem "Stitching" verbessern die Verfahren werden angewandt, um diesen Fehler zu verringern. Siehe

H. W. P. Koops, J. Kretz, M. Weber, "Combined Lithographies for the reduction of stitching errors in Lithography", Proc. EIPB 94, J. Vac. Sci Technol B 12 (6) (1994) 3265 – 3269, und

V. V. Wong, J. Ferrera, J. N. Damask, T. E. Murphy, H. A. Haus und H. I. Smith, "Distributed Bragg grating integrated-optical Filters: Synthesis and fabrication" J. Vac. Sci. technol. B 13 (6) Nov/Dez 1995 S. 2859 – 2864.

Faserfilter müssen immer mittels Steck- oder Spleißverbindungen in einer Hybridtechnik in eine makroskopische optische Anordnung eingefügt werden. Eine Miniaturisierung der Baugruppen ist damit nicht zu erreichen.

Mit dem Verfahren der Additiven Lithographie durch rechnergeführte elektronenstrahl-induzierte Deposition werden Photonen-Kristalle als 2- und 3-dimensionale Anordnungen von langen miniaturisierten Nadeln aus dielektrischen Materialien mit Nanometer-Präzision miniaturisiert aufgebaut. Siehe

H. W. P. Koops, R. Weiel, D. P. Kern, T. H. Baum, "High Resolution Electron Beam Induced Deposition", Proc. 31. Int. Symp. on Electron, Ion, and Photon Beams, J. Vac. Sci. Technol. B 6 (1) (1988) 477.

Diese können direkt in den optischen Weg eingebaut werden. Durch die bei dem Verfahren übliche hochpräzise Rechnersteuerung des Elektronenstrahles in Ort, Zeit und Bewegungsrichtung ist es möglich, nahezu alle geforderten Geometrien der Kristalle und ihre für den gewünschten optischen Zweck gezielte Deformation zu erzeugen. Dadurch kann ein maßgeschneidertes optisches Verhalten der Struktur erzeugt werden.

Bei M. Eich, H. Looser, D. Y. Yoon, R. Twieg, G. C. Björklund, "Second harmonic generation in poled organic monomeric glasses", J. Opt. Soc. Am. B, 6, 8 (1989) und M. Eich, A. Sen, H. Looser, G. C. Björklund, J. D. Swalen, R. Twieg, D. Y. Yoon, "Corona Poling and Real Time Second Harmonic Generation Study of a Novel Ooavently Functionalized Amorphous Nonlinear Optical Polymer", J. Appl. Phys., 66, 6 (1989) wird der Einsatz von nichtlinear optischem Material beschrieben. Durch Anlegen eines starken elektrischen Feldes an das nichtlineare optische Material kann der optische Weg im Kristall und damit dessen Eigenschaften elektrisch eingestellt werden. Die gleiche Wirkung wird bei Anlegen eines elektrischen Feldes an eine Flüssigkristallstruktur erzielt. Siehe

M. Stalder, P. Ehbets, "Electrically switchable diffractive optical element for image processing", Optics Letters 19, 1 (1994). Durch die Variation des elektrischen Feldes kann damit sowohl bei nichtlinear optischem Material als auch bei Flüssigkristallen die optische Durchlaßcharakteristik in feinen Stufen verschoben werden. Des Weiteren ist eine Variation der optischen Spiegelwirkung,

der Reflexionsrichtung und eventuell der Stärke möglich.

Des Weiteren ist eine Lösung für die Herstellung von Photonen-Kristallen mit Hilfe von Vielstrahl-Schreibgeräten bekannt. Bei dieser Lösung werden die Photonen-Kristalle mittels Korpuskularstrahlen und mit Hilfe der Additiven Lithographie in sehr wirtschaftlicher Weise hergestellt. Siehe

H. Koops, 1974, Patentanmeldung P 2446 789.8-33 "Korpuskularstrahl-Optisches Gerät zur Korpuskelbestrahlung eines Präparates", USA Patent No. 4021674,

H. Koops, 1974, Patentanmeldung DE-PS 24 60 716.7 "Korpuskularstrahl-Optisches Gerät zur Korpuskelbestrahlung eines Präparates",

15 H. Koops, 1974, Patentanmeldung DE-PS P 2460 715.6 "Korpuskularstrahl-Optisches Gerät zur Korpuskelbestrahlung eines Präparates in Form eines Flächenmusters mit mehreren untereinander gleichen Flächenelementen",

20 H. Koops, 1975, Patentanmeldung DE-PS P 2515 550.4 "Korpuskularstrahl-Optisches Gerät zur Abbildung einer Maske auf ein zu bestrahlendes Präparat",

M. Rüb, H. W. P. Koops, T. Tschudi "Electron beam induced deposition in a reducing image projector", Microelectronic Engineering 9 (1989) 251 – 254 und

25 H. Elsner, H.-J. Döring, H. Schacke, G. Dahn, H. W. P. Koops, "Advanced Multiple Beam-shaping Diaphragm for Efficient Exposure", Microelectronic Engineering 23 (1994) 85 – 88.

30 Photonen-Kristalle mit Bandlücken sind 2- und 3-dimensionale dielektrische Strukturen, in denen die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen, abhängig oder unabhängig von ihrer Ausbreitungsrichtung, verboten ist. Rechnungen und Mikrowellen-Messungen zeigten, daß eine kubisch flächenzentrierte oder auch eine 2-dimensional kubische Anordnung von Löchern in einer dielektrischen Matrix oder von dielektrischen Stangen solch photonische Bandlücken aufzeigen. Dabei reichen bereits 6 Ebenen aus, um eine hohe Güte der Elemente zu erzielen. Derartige 2- und 3-dimensionale Strukturen werden häufig "Photonische Kristalle" genannt.

35 Die erfindungsgemäße Lösung soll es ermöglichen, ein abstimmbares Filter auf der Basis von Photonen-Kristallen herzustellen.

40 Das abstimmbare Filter soll mechanisch stabil sein. Gleichzeitig soll eine hohe Variabilität der Eigenschaften des Filters erzielt werden.

45 Der Grundbaustein des erfindungsgemäßen Filters wird mit dem bekannten Verfahren der Additiven Lithographie durch rechnergestützte elektronenstrahl-induzierte Deposition als 2 und 3-dimensionale Anordnung von langen miniaturisierten Nadeln aus dielektrischen Materialien hergestellt. Aufgrund der nadelförmigen Kristallstruktur ist der so erzeugte Grundbaustein des erfindungsgemäßen Filters mechanisch wenig belastbar.

50 Erfindungsgemäß werden die Zwischenräume der nadelförmigen Kristallstruktur mit optisch transparentem Material mit einstellbarem Brechungsindex gefüllt, so daß ein abstimmbares Filter entsteht. Für die Füllung, die die gewünschte mechanische Stabilität des Bauelements bewirkt, eignen sich insbesondere nichtlineare optische Materialien bzw. Flüssig-Kristalle. Die Abstimmung des Filters wird mittels Einwirkung eines elektrischen Feldes auf das Filter und insbesondere auf das transparente Material der Füllung erzielt. Das elektrische Feld wird vorzugsweise durch Feldplatten, die in der Umgebung des Filters angeordnet sind, erzeugt. Das elektrische Feld bewirkt durch den linear optischen Ma-

terialkoeffizienten eine Veränderung des Brechungsindex im gefüllten Kristall-Hohlraum. Durch die Veränderung des Brechungsindex verändern sich die Eigenschaften und damit die Filterwirkung des Filters. Durch Veränderung der Feldstärke können folgende Effekte 5 erzielt werden:

- Feinabstimmung des Wellenlängenbereichs der Transmission des Filters,
- Feinabstimmung der Phasenverschiebung des 10 Lichtes,
- Feinabstimmung der transmittierenden Amplitude des Lichtes,
- Änderung des Brechungsindex und damit Änderung der Reflexionsrichtung für das durchgehende 15 und das reflektierte Licht.

Bei der Herstellung des Grundelements des Filters mittels der bekannten Verfahren der Additiven Lithographie durch rechnergestützte elektronenstrahl-induzierte Deposition läßt sich ebenfalls schon gezielt Einfluß 20 auf die gewünschte Filterstruktur nehmen.

Durch programmierte Modulation, die beim Aufbau der Kristallzellen überlagert wird, lassen sich optische Eigenschaften wie Fokussierung oder Vorablenkung 25 gezielt beeinflussen.

Werden sequentiell mehrere eventuell auch verschiedenen abstimmbare Photonen-Kristalle an speziell in Wellenleiter-Mustern angebrachten Vertiefungen aufgebaut, so kann eine hohe Miniaturisierung von Filtern 30 und optischen Resonatoren für Laseranwendungen erreicht werden. Dadurch wird eine hohe Packungsdichte möglich.

Mit dem erfundungsgemäßen Verfahren lassen sich feinabstimmbar und in weitem Bereich abstimmbare 35 schmalbandige Filterelemente geringer Abmessungen herstellen und in hoher Packungsdichte integriert realisieren. Eine Vielzahl von Bauelementen und Schaltungen der integrierten Optik können so verbessert und neuartig miniaturisiert erzeugt werden. Das betrifft beispielsweise abstimmbare elektromagnetische Mikro- 40 Resonatoren für einmodige Licht emittierende Dioden, wobei diese Strukturen die spontane Emission in einem nun einstellbaren weiten Wellenlängenbereich unterdrücken und so die Leistungsanforderungen verringern 45 und die Zuverlässigkeit von Lichtemittoren, besonders von optischen Arrays, erhöhen. Des Weiteren wird eine verstärkte spontane Emission von feinabstimmmbaren Lichtemittoren möglich. Dadurch wird eine schnellere Modulationsgeschwindigkeit für optische Verbindungen 50 und Schalter möglich. Es können optische Spiegel hoher Güte mit maßgeschneidertem fein einstellbarem Reflektions- und Transmissions-Vermögen mit geometrisch voreingestellten Wellenlängen und Durchlaß-Bandbreiten miniaturisiert und in hoher Packungsdichte 55 aufgebaut werden. Es lassen sich ebenso kompakte elektrisch abstimmbare Schmalbandfilter (0,5–1 nm), Polarisatoren und die Polarisation selektierende abstimmbare Bandpaß-Filter herstellen. Ein gezieltes Pumpen von optoelektronischen Elementen in einstellbarem Wellenlängenbereich ist möglich. Fein eingestellte gerichtete Auskopplung von Licht in vorgegebene 60 und variierbare Richtung ist erreichbar. Es können Wellenleiter und Y-Koppler mit fast jeder einstellbaren Form und ultra kleinen einstellbaren Krümmungsradien, sowie auch sehr wirkungsvolle feinabstimmbare 65 Mikrowellen-Antennen hergestellt werden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur mechanischen Stabilisierung und zur Abstimmung eines als Photonen-Kristall strukturierten Filters, welches mit dem Verfahren der Additiven Lithographie durch rechnergeführte elektronenstrahlinduzierte Deposition hergestellt wurde, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlräume des als Photonen-Kristall strukturierten Filters mit optisch transparentem Material mit einstellbarem Brechungsindex gefüllt werden, daß das gefüllte, als Photonen-Kristall strukturierte Filter einem in seiner Feldstärke variierbaren elektrischen Feld ausgesetzt wird, und daß durch gezielte Veränderung der Feldstärke des elektrischen Feldes optische Eigenschaften, wie Brechungsindex für das durchgehende und das reflektierte Licht im Kristall-Hohlraum, Feinabstimmung der transmittierten Amplitude des Lichtes und Feinabstimmung der Phasenschiebung des Lichtes, eingestellt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlräume des als Photonen-Kristall strukturierten Filters mit nichtlinear optischem Material gefüllt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlräume des als Photonen-Kristalls strukturierten Filters mit Flüssigkristallen gefüllt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einstellung und Variierbarkeit der Feldstärke des als Photonen-Kristall strukturierten Filters in Abhängigkeit von den gewünschten optischen Eigenschaften auf rechentechnischem Weg ermittelt und programmiert wird.

**- Leerseite -**